Wirkung un

XI. intern

Ueber die

Wirkung und die kriegschirurgische Bedeutung

der

neuen Handfeuerwaffen.

Vorträge

aus den Sektionen für Militär-Sanitätswesen und Chirurgie

auf dem

XI. internationalen medizinischen Kongresse in Rom 1894

von

Prof. Dr. von Coler,
Königlich Preussischem General-Stabsarzt der Armee

und

Dr. Schjerning,
Stabsarzt, kommandirt zum Königlich Preussischen Kriegsministerium.

ROYAL COLLEGE OF SURGEONS OF ENGLAND
-9 FEB 95
LIBRARY

Berlin 1894.

Gedruckt in der Königl. Hofbuchdruckerei von E. S. Mittler & Sohn,
Kochstrasse 68—70.

I.

Mit Genehmigung Seiner Excellenz des Königl. Preussischen Herrn Kriegsministers, der den sanitären Interessen der Armee seine ganz besondere Sorgfalt und Pflege angedeihen lässt, sind wir in der Lage, Ihnen, meine Herren, die Ergebnisse einer ausserordentlich umfangreichen Reihe von Schiessversuchen mit kleinkalibrigen Gewehren vorzulegen.

Sie wissen Alle, dass die Kenntniss der Theorie der Wirkung der Handfeuerwaffen im Wesentlichen erst die Errungenschaft der letzten zwanzig Jahre ist, und dass mit der Einführung der kleinkalibrigen Gewehre und der Mantelgeschosse das Interesse an der Wirkung und der kriegschirurgischen Bedeutung der Handfeuerwaffen von Neuem die allgemeine Aufmerksamkeit auf die Frage der Entstehung und die Art der Gewehrschusswunden gelenkt hat.

Reger und v. Beck waren die Ersten in Deutschland, welche im kriegschirurgischen Sinne Studien mit den Geschossen neuester Art anstellten; es folgten die Versuche von Bruns, von Delorme und Chavasse, Chauvel und Nimier, Habart, Steinberg und vielen Anderen, so dass jetzt bereits eine Fülle werthvollen Materials über die Frage der Wirkung der modernen Handfeuerwaffen vorliegt. Und doch lässt sich aus den gesammten Arbeiten, so viele ihrer auch sind, ein einheitliches und von Allen anerkanntes Ergebniss und eine gleichmässig getheilte Ansicht über die Wirkung der neuen Geschosse und Gewehre nicht erzielen. Nicht nur der Streit über theoretische Ansichten betreffs der Geschosswirkung ist nicht geschlichtet, sondern auch die Anschauungen über die bewirkten Verletzungen selbst gehen vielfach auseinander.

Es würde zu weit führen, wollten wir im Einzelnen auf die Unterschiede in den Ansichten der einzelnen Forscher eingehen; es möge genügen, auf jene denkwürdige Sitzung am Tage der Einweihung des v. Langenbeck-Hauses hinzuweisen, wo im Schoosse der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie die Ansichten der Kriegs-Chirurgen in der vorliegenden Frage noch weit auseinandergingen,

und wo es sich zeigte, dass es noch weiterer umfangreicher Versuche bedürfen würde, um die Streitfrage zu klären und womöglich zum Abschluss zu bringen. Dies aber herbeizuführen, hielt die Medizinal-Abtheilung des Königl. Preussischen Kriegsministeriums nach Lage der Verhältnisse für dringend erforderlich. Die Ueberzeugung, dass nur der Arzt im Kriege eine sachgemässe Behandlung und die etwa nöthigen Eingriffe bei Schussverletzungen zweckmässig vornehmen kann, der nach der theoretischen wie praktischen Seite hin mit den Gewehrschusswunden vertraut ist, liess es angezeigt erscheinen, von Neuem Schiessversuche in kriegschirurgischer Hinsicht anzustellen. Denn die Verwaltung, auf welche bekanntlich auch Pirogoff im Fall eines Krieges im Interesse der Verwundeten den allergrössten Werth legt, darf es nicht nur als ihre Aufgabe ansehen, organisatorisch vorzubereiten, dafür zu sorgen, wie das vorhandene Personal im Kriege am besten gegliedert und verwendet wird, und sich nicht mit der Herausgabe reglementarischer Verordnungen begnügen, sondern sie muss auch in technischer Hinsicht um die gedeihliche Ausbildung der im Kriege thätigen Aerzte sich bemühen und da, wo die Kriegschirurgie der nöthigen Unterlage entbehrt, diese der Wissenschaft zu verschaffen suchen.

Die sonach anzustellenden Schiessversuche mussten aber unter der Vorbedingung gemacht werden, dass sie mit Ausschliessung von Fehlerquellen ausgeführt wurden. Gerade nach dieser Richtung hin lassen die bisherigen, so mannigfaltig angestellten Versuche zu wünschen übrig, und wenn vorher die Verschiedenheit ihrer Ergebnisse beklagt werden musste, so lässt sich dieselbe zum Theil auf die nicht zweifelsfreie Anordnung und Durchführung der Versuche zurückführen. Einerseits wird z. B. umfangreichen Versuchsreihen verschiedener Forscher der Vorwurf gemacht, dass bei ihnen nur Leichenpräparate zum Beschuss gewählt waren, die aus der Verbindung mit dem Stamm gelöst waren, bei denen die Weichtheile schlaff herabhingen, und dass somit Bedingungen gegeben waren, wie sie dem Leben nicht entsprechen. Andererseits kann bei Versuchen, die an eben getödteten Thieren angestellt waren, der Einwand gemacht werden, dass die bei Thierknochen und den thierischen Geweben gefundenen Verletzungen nicht ohne Weiteres auch für den Menschen gültig zu sein brauchen. Widerstände, wie sie die Pferdeknochen z. B. dem Geschoss darbieten, wird man im menschlichen Körper nicht finden.

Fast allgemein — die uns soeben zugegangene Arbeit des verdienten Démosthène macht eine Ausnahme — kann ausserdem gegen die bisherigen Versuche der Vorwurf erhoben werden, dass

sie mit abgebrochener Ladung (charge réduite) zur Ausführung gekommen sind. Man schoss, um sichere Treffer zu erzielen, auf ganz nahe Entfernung und verringerte jedesmal entsprechend die Pulverladung, um dem Geschoss beim Auftreffen auf das Ziel die Endgeschwindigkeit zu geben, die es erlangt haben würde, wenn es mit voller Pulvermenge aus grösserer Entfernung abgeschossen wäre. Zwar glauben Alle, die diese Methode der abgebrochenen Ladung benutzt haben, dass sie mit derselben die gleichen Verletzungen zu erzielen im Stande sind, wie mit der Vollladung auf weite Distanzen, aber es drängen sich doch schon vom rein theoretischen Standpunkte Bedenken gegen diese Ansicht auf. Der Satz von der gleichen Wirkung der Geschosse mit Vollladung und abgebrochener Ladung stammt aus einer Zeit, als noch mit Geschossen von 1, 2 und 2½ Kaliberlängen geschossen wurde, aber es erscheint höchst fraglich, ob er noch bei den neuen Geschossen der Infanterie mit vier und mehr Kaliberlängen, mit ihrer ungeheuren Geschwindigkeit und grossen Rotation aufrecht erhalten werden kann.

Um allen diesen Fehlerquellen zu entgehen, sind die neuen Versuche ausschliesslich mit Vollladung auf die wirklichen Entfernungen von 25—2000 m angestellt, und es sind die Objekte so mannigfach gewählt und so umfassend zusammengestellt worden, dass sie nach allen Richtungen hin Schlüsse und Vergleiche gestatten.

Mehr als 1000 Schusspräparate sind auf diese Weise entstanden; sie bilden eine stattliche Sammlung, welche dem medizinisch-chirurgischen Friedrich Wilhelm-Institut in Berlin einverleibt worden ist. Nur eine ganz kleine Auswahl derselben ist hier zur Stelle. Vielleicht aber vermögen die 17 Tafeln dieses Atlas, den im Namen des Königlich Preussischen Herrn Kriegsministers den Theilnehmern am Kongress zu überreichen uns vergönnt ist, ein richtiges Bild wichtiger Präparate zu geben.

Schliesslich möchte nicht unerwähnt bleiben, dass es nicht verabsäumt wurde, die Ergebnisse der Schiessversuche mit den Schussverletzungen zu vergleichen, welche mit den neuen kleinkalibrigen Gewehren als Folge von Unglücksfällen, Selbstmord u. s. w. zur Beobachtung kamen. Die zu gebende Uebersicht über die durch die modernen Handfeuerwaffen erzeugten Schusswunden und die kriegschirurgische Bedeutung der kleinkalibrigen Gewehre beruht daher nicht nur auf den umfangreichen Beobachtungen bei den Schiessversuchen, sondern sie bauen sich auch auf der Ver-

werthung derjenigen Schlussfolgerungen auf, welche die an lebenden Menschen gesehehenen Schussverletzungen zu machen gestatten.

Der Pfad, der somit beim Gange der Untersuchung beschritten wurde, war kein geebneter. Aber es steht zu hoffen, dass nun, wo der Weg vollendet ist, die Beiträge, die zur Beurtheilung der Wirkung und der kriegschirurgischen Bedeutung der neuen Handfeuerwaffen dargeboten werden — die ausführliche Veröffentlichung wird demnächst erfolgen — wirklich zur Lösung der ganzen Frage entscheidend beizutragen vermögen.

Zur ganz besonderen Freude aber und zur vollen Genugthuung darf es uns gereichen, dass die Ergebnisse der Arbeiten, die im Sommer 1893 einem Theil der Kriegschirurgen Deutschlands gezeigt wurden, aber aus verschiedenen Rücksichten zunächst sekret zu halten waren, nunmehr mit besonderer Allerhöchster Genehmigung Sr. Majestät des Kaisers an dieser Stelle bei Gelegenheit des XI. internationalen medizinischen Kongresses der Oeffentlichkeit übergeben und somit den hier anwesenden Chirurgen und Militärärzten aller Nationen, d. i. d e n Männern unterbreitet werden können, die, wo immer auch der Kriegsgott seine Fackeln entzündet, in erster Linie berufen sind, die Wunden, die der Krieg schlägt, zu lindern und zu heilen.

II.

Die Lösung der Aufgabe, durch Schiessversuche ein Bild derjenigen Verletzungen zu geben, welche dem Kriegs-Chirurgen in einem etwaigen künftigen Kriege bei den modernen Handfeuerwaffen sich darbieten werden, ist sehr wesentlich durch die annähernd gleiche Beschaffenheit und die in den Hauptpunkten kaum abweichende Wirkung der in den grossen Armeen eingeführten Gewehre erleichtert worden. Es genügte eine vergleichende Prüfung der einzelnen Hauptrepräsentanten der Gewehrtypen und, nachdem die annähernd gleiche Wirkung festgestellt war, die Fortsetzung und Durchführung der Versuche mit einem dieser kleinkalibrigen Gewehre. Im Allgemeinen ist daher aus naheliegenden Gründen fast ausschliesslich das deutsche Gewehr Modell 88 zum

I.

Die Gewehre der europäischen Staaten 1893.

Nummer	Staat	Benennung des Gewehrs	Laufweite	Gewicht in kg	Patronen		Anfangsgeschwindigkeit in m	Geschoss					
					Länge in mm	Gewicht in g		Material	Länge in mm	Länge in Kaliber	Gewicht in g	Belastung des Querschnitts g auf 1 qmm	Rotation
1	Deutschland	Gewehr 88	7,9	3,8	82,5	27,3	640	Hartblei mit kupfernickelplattirtem Stahlmantel	31,25	3,9	14,7	0,300	2660
2	Frankreich	Lebel M. 86	8,0	4,18	75	23,5	630	Hartblei Kupfer-Nickelmantel	30	3,8	15,0	0,298	2627
3	Oesterr.-Ungarn	Mannlicher M. 88	8,2	4,41	76	28,5	620	Hartblei mit Stahlmantel	31,8	3,8	15,8	0,314	2480
4	Italien	Mannlicher Carcano M. 91	6,5	3,78	83	21,5	700	Desgl.	30,5	4,7	10,5	0,315	2770
5	Belgien	Mauser M. 89	7,65	3,9	78	28,6	610	Weichblei mit Stahlmantel	30,2	3,9	14,2	0,30	2440
6	Russland	Dreilinien-Gewehr M. 91	7,62	4,3	76	23,46	610 bis 620	Hartblei mit Kupfer-Nickelmantel	28,7	3,7	13,86	0,296	2580
7	England	Lee Metford Muster II. M. 89	7,7	4,36	—	28	630	Desgl.	30,8	4	13,9	0,300	2475
8	Dänemark	Krag. Jörgensen M. 89.	8	4,3	76	30	620	Desgl.	30	3,7	15,43	0,306	2066
9	Türkei	Mauser M. 90	7,65	3,9	78	27	652	Weichblei mit Stahlmantel	30,8	4	13,8	0,30	2608
10	Schweiz	Schmidt M. 89	7,50	4,3	77,5	27,5	600	Hartblei mit Stahlkappe	28,7	4	13.7	0,309	2220
11	Spanien	Mauser M. 92	7,0	3,9	78	24,3	720	Weichblei mit Stahlmantel	30,38	4,3	11,2	0,275	3315
12	Niederlande	Mannlicher M. 93	6,5	4,1	77,6	22,45	700 (?)	Desgl.	31,4	4,8	10,5	0.30	3600
13	Rumänien	Mannlicher	6,5	3,95	77,9	22,74	720	Desgl.	31,5	4,8	10,34	0,295	3600
14	Portugal	Kropatschek	8,2	4,54	81,7	35,5	520	Hartblei mit Kupfer-Nickelmantel	32	4	16	0,30	1900

II.

m	Endgeschwindigkeit in m			Arbeitsleistung in mkg		
	Deutschland	Oesterreich	Frankreich	Deutschland	Oesterreich	Frankreich
0	640	620	630	314	310	303
100	566,5	528	550	239	223	231
200	501,5	456	485	186	167	180
300	443,8	417	430	145	140	141,5
400	392,9	385	398	113	119,4	118
500	348,7	360	360	90	104,8	99,5
600	319,5	335	330	76	90,2	83,5
700	299,4	320	310	68	82,2	73,5
800	284,4	303	290	63	75	64,2
900	272,2	289	270	58	67,4	55,7
1000	260,9	275	255	53	61	49,7
1100	250,0	264	241	49	56,2	44,3
1200	239,5	254	238	45	52	43,2
1300	229,5	245	216	42	48,4	35,6
1400	219,9	235	208	38	44,3	32,9
1500	210,8	230	197	35	42,7	29,5
1600	202,0	224	188	32	40,3	27,1
1700	193,5	215	180	30	37,1	24,8
1800	185,4	210	165	27	35,5	23
1900	177,7	202	173	25	32,8	21,5
2000	170,3	197	158	23	31,3	19,1

Die Endgeschwindigkeit und die Arbeitsleistung dieser drei Waffen dürften thatsächlich noch weniger voneinander verschieden sein, da in Betracht zu ziehen ist, dass vorstehende Werthe nach verschiedenen Formeln in den verschiedenen Staaten ermittelt sind.

Beschuss gewählt worden; in einzelnen besonderen Versuchsreihen sind auch andere Gewehre und unter ihnen auch kleinstkalibrige von 6 und 5 mm Durchmesser zur Anwendung gebracht.

Der Bau und die Einrichtung des Gewehrs Modell 88 darf als bekannt vorausgesetzt werden, doch könnten einige ballistische Daten über dasselbe sowie über einzelne andere in europäischen Armeen eingeführte Gewehre nicht ohne Interesse sein. (Siehe Tafel I und II auf Seite 7 und 8).

Einer besonderen Erwähnung möchte es jedoch noch bedürfen, dass das Kaliber des Geschosses Modell 88 8,1, das Kaliber des Laufs nur 7,9 mm beträgt, dass das Geschoss also genöthigt ist, sich in die Züge des Laufs hineinzupressen. Durch die Züge erhält das Geschoss seine Rotation; es verlässt den Lauf mit einer Rotationsgeschwindigkeit von mehr als 2500 Umdrehungen in der Sekunde.

Geschossen wurde auf verschiedene Entfernungen bis 50 m, 100, 200, 400, 600, 700, 800, 1000, 1200, 1600 und 2000 m. Bis 1200 m wurden Einzelschüsse abgegeben, auf die weiteren Distanzen erfolgte Abtheilungsfeuer. Die zum Beschuss dienenden anatomischen Präparate waren dicht neben oder hinter einander an einem grossen hölzernen Gestell befestigt und jedes derselben in Shirting oder Leinwand eingehüllt. Auf diese Weise war es zugleich ermöglicht, über das Eindringen von Bekleidungstheilen in Schusskanäle Kenntniss zu erhalten.

Die anatomischen Präparate waren derart hergestellt, dass dabei beobachtet wurde, den Körpergeweben den gleichen Grad von Flüssigkeit und den Gefässen denselben Grad von Flüssigkeitsspannung zu geben, wie er im lebenden Körper vorhanden ist. Erreicht wurde dies durch Injektion gewisser Mengen Wiekersheimerscher Flüssigkeit und durch Füllung der Gefässe kurz vor dem Beschuss mit Thierblutserum.

Die Geschosse wurden in mit Sägemehl gefüllten Holzkisten aufgefangen; nach jedem einzelnen Schuss — abgesehen von dem Schiessen mit Abtheilungsfeuer — erfolgte das Aufsuchen des Geschosses.

Unter den Präparationsmethoden und den Maassnahmen, die zur Aufbewahrung der Schusspräparate dienten, möchten zwei besonders hervorgehoben werden, das ist die Gefriermethode und Durchsägung der Gliedmaassen zur Sichtbarmachung eines Flächenbildes — es finden sich auf Tafel XV des Atlas solche Bilder — und die Ausgiessung des Schusskanals mit geschmolzenem Woodschen

Metall, ein Verfahren, das Stabsarzt Kranzfelder eingeführt hat. Es ist mittels desselben mit grosser Leichtigkeit möglich, den Schusskanal vom Hauteinschuss bis zum Hautausschuss auszugiessen, sämmtliche Knochensplitter in ihrer Lage zu fixiren, die grösseren Höhlen auszufüllen, um nach der in wenigen Minuten erfolgenden Erstarrung des Metalls einen allgemeinen, sicheren, plastischen Abdruck der gesammten Schusszerstörung zu haben.

Wenn wir nunmehr nach der kurzen Angabe der Schussvorbereitungen und Präparation der Schussobjekte zur Darstellung der Ergebnisse uns wenden, so möchte es zweckmässig erscheinen, das Schicksal der Geschosse von den eigentlichen Schussverletzungen zu trennen und bei der Erörterung der Geschosswirkung das Geschoss und das beschossene Objekt gesondert zu betrachten.

a. Ueber die Geschosse.

1. Ueber die Deformation der Geschosse.

Es darf als feststehende Thatsache hingestellt werden, dass bei der Einwirkung eines Geschosses auf einen Körper zwei Hauptkräfte thätig sind, einmal die lebendige Kraft des Geschosses, welche von seiner Masse und seiner Geschwindigkeit abhängig ist, und sodann der Widerstand, welchen der getroffene Körper dem andringenden Geschosse entgegenstellt. „Stoss“ und „Gegenstoss“ nennt v. Beek in Kürze diese Kräfte. Sie wirken beide einander entgegen und suchen sich aufzuheben. Von dem Ueberwiegen der Durchschlagskraft des Geschosses über die Widerstandsfähigkeit des getroffenen Körpers wird es abhängen, ob und wie das durch die Pulverkraft erzeugte Bestreben, vorwärts zu dringen und das Hinderniss zu durchdringen, zur Geltung kommt. Ist aber der Widerstand grösser als die Leistungsfähigkeit des Geschosses, so wird die lebendige Kraft des Geschosses als Rückwirkung auf das Geschoss selbst zur Verwerthung gelangen und neben Erzeugung von Wärme hauptsächlich in einer Gestaltveränderung und in je nach der Beschaffenheit des Geschosses mehr oder weniger umfangreicher Stauchung, Zersplitterung ihren Ausdruck finden. Diese Rückwirkung auf das Geschoss wird um so heftiger und wirkungsvoller ausfallen, je grösser die lebendige Kraft des Geschosses ist, je nachdrücklicher der Widerstand geleistet wird, und sie wird um so eher zu Deformationen führen, je mehr die Masse und Be-

schaffenheit des Geschosses eine solche ermöglicht. Was nun die Erfahrung über die Deformation der Mantelgeschosse anbetrifft, so stehen sich die Ansichten noch weit gegenüber. Besonders haben in Frankreich Nimier und Chauvel ganz andere Erfahrungen wie Delorme und Chavasse gesammelt.

Sehr lehrreich sind in Bezug auf die vorliegende Frage Versuche, welche wir nach dem Vorgange von Dupuytren und Kocher mit Bleiplatten anstellten. (Folgt Demonstration.)

Aus ihnen kann man folgende Schlussfolgerungen ziehen:

Je grösser die lebendige Kraft ist, mit der das Geschoss auf die Bleiplatte trifft, um so grösser ist der Widerstand, der ihm entgegengesetzt wird. Dieser Widerstand ist bei einem aus 1300 m kommenden Geschoss so gering, dass keine Deformation des Geschosses mehr eintritt.

Je grösser der Widerstand ist, den das Geschoss findet, um so leichter erfolgt und um so grösser ist seine Deformation.

Der Grösse und Gewalt der Deformation entspricht die Grösse der in der Bleiplatte entstehenden Zerstörung. Mit der Abnahme der Arbeitsleistung des Geschosses vermindern sich die Grösse der Deformation des Geschosses und die Grösse der Zerstörung in der Bleiplatte.

Was nun die Gestaltveränderung, Stauchung und Deformation anlangt, welche die Mantelgeschosse beim Auftreffen auf menschliche und thierische Körpertheile erleiden, so haben wir eine solche in 4.5 % der gesammten Treffer gefunden. Diese Zahl steigt um ein ganz Erhebliches, wenn wir nur die Treffer auf Knochen in Berechnung ziehen. Bei den Schussverletzungen auf Pferde haben wir in mehr als 14 % der Treffer Geschossveränderungen zu verzeichnen.

Als Form der Gestaltveränderung der Mantelgeschosse findet sich die einfache Abplattung an der Spitze, an der Seite, an der Basis mit und ohne Riss und Faltung des Mantels bis zu vollkommener pilzförmiger Stauchung mit Abstreifung des Mantels, ja bis zu völliger Zerstörung und Zersprengung des Geschosses in viele Theile. Die Tafel I des übergebenen Atlas giebt ein Bild der vorkommenden Geschossdeformationen. Die grossen Geschosszerstörungen mit völliger Zertrümmerung fanden wir bis 1200 m. Erst von 1600 m hörten die grossen Veränderungen auf, die Deformationen werden von da ab seltener und äussern sich nicht mehr so in Mantelzerreissungen als in Geschossabplattungen, namentlich an der Spitze.

Ausserdem verdient es Erwähnung, dass die von uns benutzten 5 mm Geschosse, welche eine weit höhere Anfangsgeschwindigkeit hatten als die 8 mm-Geschosse, meist völlige Zerreissung unter Zerschmetterung in kleinste Theile, auf nahe Entfernungen geschossen, zu erleiden hatten.

Bei Schüssen auf Weichtheile kommt nie eine Deformation zu Stande; in erster Reihe sind es die spröden, harten Knochen der Pferde, welche auf alle Entfernungen so erhebliche Widerstände dem andringenden Geschoss entgegensetzen, dass dasselbe meistens zerrissen wird. Dabei ist es wiederholt zur Erscheinung gekommen, dass die noch mit grosser lebendiger Kraft ausgestatteten Geschosstheile abspritzten und mehrfache Verwundungen anderer in der Nähe befindlicher Körpertheile zu erzeugen vermochten.

Unter den Widerständen im menschlichen Körper sind es fast ausschliesslich die festen Theile der grossen Röhrenknochen, welche die Geschossdeformirungen veranlassen. Die grosse Verschiedenheit der Härte der Knochen bei den einzelnen Individuen macht es erklärlich, dass in dem einen Fall eine Geschossdeformation eintritt, bei dem anderen nicht. Auch bei den einzelnen Knochen giebt es Zonen und Stellen, die eher zu Geschossdeformationen Veranlassung geben als andere; als solche müssen z. B. die linea aspera femoris und die Tibiakante ihrer besonderen Härte wegen angesehen werden.

Aus der Form der Deformation des Geschosses kann ein Schluss auf die Entfernung, aus der ein Geschoss abgefeuert war, nicht gemacht werden. Denn neben der Entfernung und der davon abhängigen Kraft des Geschosses äussern der Widerstand, den das Geschoss findet, die Art des Auftreffens u. s. w. auf die Form der Deformation ihren Einfluss.

Was nun die Grösse der Wunden betrifft, die mit Geschossdeformationen einhergehen, so kann man schon aus den Schüssen auf Bleiplatten vermuthen, dass bei annähernd gleichen Widerständen mit der Grösse der Deformation des Geschosses auch die Grösse der Verletzung Hand in Hand gehen wird. In der That findet man bei allen grossen Geschosszertrümmerungen, die im Körper stattfanden, bei Mantelabstreifungen und Kernstauchungen weitreichende Zerstörungen der Knochen und Ausschussöffnungen von einer Grösse, die in nichts jenen Verletzungen nachstehen, welche man bei sich stauchenden Bleigeschossen früherer Zeit fand. Von besonderem Interesse sind dabei jene umfangreichen Zerstörungen, die auf weite Entfernungen, 1000 m z. B., bei Geschossdeformationen vorgekommen sind.

Von den im Körper entstehenden Geschossdeformationen sind natürlich diejenigen zu unterscheiden, welche ausserhalb desselben, durch Aufprallen auf harte Gegenstände, entstehen. Die einzelnen Bruchstücke vermögen dann noch Zufallstreffer zu erzeugen, die, wenn die Geschosstheile auch nicht unerheblich durch das vorherige Aufschlagen an Kraft verloren haben, doch noch bisweilen recht erhebliche Verletzungen mit sich bringen.

2. Die Durchschlagskraft der Geschosse und das Steckenbleiben derselben im Körper.

Bei der grossen lebendigen Kraft der modernen Geschosse leuchtet es ein, dass die im menschlichen Körper sich darbietenden Widerstände nur selten im Stande sein werden, den Lauf des Geschosses aufzuhalten. Nichtsdestoweniger lehren die vorkommenden Geschossdeformationen, dass auch im Körper an gewissen Stellen energische Widerstände vorhanden sind, und wenn wir unsere Ergebnisse auf das Steckenbleiben von Geschossen im Körper mustern, so finden wir:

Steckenbleiben undeformirter Geschosse (bei direktem Schuss) 4 mal

auf 2000 m Schuss in den Unterarm,
„ 2000 m „ „ „ Oberschenkel,
„ 1600 m „ „ „ Oberarm.

Steckenbleiben deformirter Geschosse (bei direktem Schuss) 12 mal und zwar von 100—2000 m; in den nahen Entfernungen meist bei Pferdeknochen.

In den Distanzen von 1600 m an können demnach im Körper solche Widerstände vorhanden sein, welche das Vorwärtsdringen eines intakten Geschosses hindern, wenngleich derartige Vorkommnisse immerhin noch verhältnissmässig selten sind. Häufiger dagegen wird sich das Sitzenbleiben von Geschosstheilen, von Splittern zertrümmerter Geschosse im Körper finden. Bei 46 im Körper vorgekommenen Geschossdeformationen blieben in einem Viertel der Fälle Mantelreste und zersprengte Bleitheile im Körper stecken. Kriegschirurgisch ist dies von Wichtigkeit, weil die Mantelstheile mit ihren scharfen Rändern sich glatt und tief in die Weichtheile und Gefässe einschneiden können, und weil nach unserer Erfahrung es gerade häufiger Mantelstheile sind, die innerhalb eines Körpertheils zurückbleiben, als Theile des Bleikerns.

3. Die Querschläger und die Rotation der Geschosse.

Bekanntlich hat Busch zuerst zur Erklärung explosionsartiger Schussverletzungen die durch den Drall der Gewehre den Kugeln mitgetheilte Rotation als wesentlichen Faktor geltend gemacht. Kocher, Vogel, Wahl, Reger u. A. sind dieser Ansicht entgegengetreten und machten geltend, dass bei den modernen Geschossen mit ihrer hohen Geschwindigkeit das Durchfliegen eines Körpertheils so schnell vor sich gehe, dass der Einfluss der Rotation nur ein minimaler sein könne. Auf einer Strecke von 1 m macht das Geschoss 88 ungefähr 4 Umdrehungen; das Geschoss wird also, theoretisch berechnet, kaum eine Umdrehung vom Eindringen in einen Körpertheil bis zum Ausschuss hin machen, und wenn auch bei weiteren Entfernungen, bei abnehmender Geschwindigkeit der Geschosse und bei dem Widerstand und der Reibung, welche das Geschoss beim Durchdringen eines Körpertheils zu überwinden hat, diese Zahlenverhältnisse sich ändern und verschieben, so darf man doch vielleicht behaupten, dass die ungestörte Rotation regelrecht fliegender Geschosse als Ursache explosionsartiger Zerstörungen mit Recht abgelehnt worden ist. Dennoch verdient die Rotation der Geschosse, ganz allgemein und ganz abgesehen von den sogenannten Explosionsschüssen, eine dringende Beachtung. Ist sie doch die dem Geschoss mitgetheilte Kraft, welche bei den modernen Handfeuerwaffen so erheblich gegen früher erhöht ist, welche erst dem Geschosse die erwünschte Stetigkeit und Festigkeit in der Flugbahn verleiht, und die nicht unwesentlich zur Ueberwindung eines dem Geschoss sich darbietenden Widerstandes beiträgt.

Und wenn man auch von einem Einfluss des normal fliegenden und normal rotirenden Geschosses absieht, so entsteht doch die Frage, ob nicht eine gestörte Rotation der Mantelgeschosse vorkommt, und ob dabei oder dadurch nicht im Sinne v. Becks und v. Bergmanns tiefgehende Zerstörungen im Körper erzeugt werden können.

Da zeigt es sich nun, dass keins der früheren Geschosse eine so grosse Neigung hat, seine Längsrichtung im Fluge zu verlassen und eine Querstellung einzunehmen, wie die neuen Mantelgeschosse. Nicht durch einen Fehler des Pulvers oder der Patrone, nicht durch Unregelmässigkeiten im Drall oder durch Hinderungen im Gewehr ist dies bedingt, sondern allein durch die Beschaffenheit des Geschosses, durch seine dem Querschnitt so weit überlegene

Länge. Zwar wird man keine Ablenkung der Mantelgeschosse finden, selbst auf die weitesten Entfernungen hin, wenn sie in homogene Massen, in Thon, in Holzstämme u. s. w., hineinfliegen; sobald jedoch das Geschoss auf seiner Flugbahn Gegenstände so antrifft, dass dieselben nur an einer Seite das Geschoss streifen, oder dass verschiedene Stellen des Geschosses verschiedenen Widerständen ausgesetzt sind, so tritt sogleich eine Ablenkung des Geschosses, eine Querstellung, ein.

Ein modernes Geschoss mit mehreren Kaliberlängen wird dann zum Querschläger, wenn es nach dem Anprallen auf harte Gegenstände abfliegt und ricochettirt, wenn es an Aesten und Kanten streift, wenn es hintereinander verschiedene Medien, z. B. mit Luftzwischenraum aufgestellte Bretter, zu durchschlagen hat, wenn es Gegenstände von nicht homogener Masse durchdringen muss, bei denen wechselnde oder verschieden grosse Widerstände sich entgegenstellen. Zu den letztgenannten gehören nun auch die menschlichen und thierischen Körpertheile. In der That haben wir beim Schiessen auf thierische und menschliche Präparate so häufig eine Ablenkung aus ihrer ursprünglichen Längsrichtung gesehen, dass wir meist schon allein aus dem Anblick des Bildes, welches in dem hinter den Präparaten befindlichen Auffangeschirm das quereinschlagende Geschoss verursachte, zu entscheiden vermochten, ob der Körpertheil getroffen war oder nicht. In der Regel waren es die Widerstände der Knochen, welche die Ablenkung erzeugten, seltener die Weichtheile allein, und bei den Knochen wiederum nicht nur die Streif- und Randschüsse, sondern auch solche Knochenverletzungen, wo das Geschoss die harte Knochenmasse und Mark oder neben dem Knochen auch Weichtheile, also an seinen Seiten verschieden grosse Widerstände zu durchdringen hatte. In einzelnen Fällen zeigte der dem Geschosskaliber entsprechende Ausschuss, dass das Geschoss noch in seiner ursprünglichen Richtung das Glied verlassen hatte, während das im Auffangeschirm befindliche Bild es offenbarte, dass das Geschoss unmittelbar nachher zum Querschläger geworden war. Aber wir haben auch unzweifelhaft solche Vorkommnisse zahlreich gesehen, wo die Querstellung des Geschosses innerhalb des Körpers erfolgte, wie sich aus der Form der Ausschussöffnung deutlich nachweisen liess.

Ein Durchschlagen mehrerer Körpertheile, wie einzelne Beobachter es beschreiben, mit stets gleich bleibender Längsrichtung des Geschosses müssen wir für ein äusserst seltenes Vorkommniss

halten; im Gegentheil, meist wird schon im ersten, fast sicher beim zweiten Körpertheil die Drehung des Geschosses zum Querschläger sich zeigen.

Die Grösse der Verletzungen aber, welche ein solches sich querstellendes Geschoss erzeugt, wird im Wesentlichen von der dem Geschoss gebliebenen Arbeitskraft abhängig sein. Ein Geschoss, das auf seinem Wege, sei es durch den Widerstand der Luft, sei es beim Aufprallen auf harte Gegenstände oder sonstwie seine Hauptkraft eingebüsst hat, wird, wenn es als Querschläger eintritt, nur geringe Verletzungen machen, die aber immer noch insofern kriegschirurgisch von Wichtigkeit sind, als das Geschoss nunmehr eine dem Querdurchmesser entsprechende grössere Einschussöffnung erzeugt. Anders aber gestaltet sich die Sache, wenn ein noch mit verhältnissmässig grosser lebendiger Kraft versehenes Geschoss als Querschläger einfällt oder innerhalb des Körpers zum Querschläger wird, zumal wenn zugleich durch die Widerstände im Körper eine plötzliche Hemmung der Vorwärtsbewegung bewirkt wird. In diesem Falle steht auch das abgelenkte Geschoss noch unter der Wirkung der ihm durch den Drall mitgetheilten Drehung; das kräftig mit grossen Ausschlagswinkeln pendelnde Geschoss beschreibt im Körpertheil eine mehr oder weniger grosse Drehung oder kreiselartige Bewegung, und wenn es auch den mit fortgerissenen Theilen nicht die gleiche Bewegung mitzutheilen vermag, so ist doch der Weg, den dieses pendelnde, abgelenkte Geschoss bei seiner ihm noch innewohnenden Gewalt und seiner kraftvollen Drehung zurücklegt, ein so umfassender, dass tiefgreifende Zerstörungen und umfangreiches Mitgerissenwerden zerstörter Knochen-, Muskel- und Hautpartien durch dasselbe bedingt werden können.

Dies ist um so wichtiger, als es sich durch Versuche feststellen lässt, dass die Rotation des Geschosses auch bei gehemmter Vorwärtsbewegung noch fortdauert.

(Demonstration.)

Diese Beobachtungen zeigen, wie gross und zerstörend die Wirkung eines quereinschlagenden oder sich querstellenden, mit Rotation versehenen und noch nicht an der Grenze seiner Kraft angekommenen Mantelgeschosses zu sein vermag, und man kann sich danach vorstellen, wie ein Querschläger unter günstigen Bedingungen in einem Körpertheil weitgehende Zerstörungen zu erzeugen vermag, und wie auf diese Weise die in Nürschau seiner Zeit gemachten, von Habart erwähnten Beobachtungen über Querschlägerverletzungen ihre volle Bestätigung finden.

4. Die Temperatur der Geschosse.

Von den verschiedensten Seiten ist durch Umrechnung der vollen Geschosskraft in Wärme unter Zugrundelegung des Gesetzes vom mechanischen Wärmeäquivalent diejenige Wärme theoretisch bestimmt worden, welche ein Geschoss beim Aufschlagen auf einen Widerstand annehmen muss. Man fand dabei Werthe von 330 bis 500° C, je nach der Art und der Geschwindigkeit des Geschosses. Bei den modernen Handfeuerwaffen ist die Geschwindigkeit derart, dass, wenn man auf gleiche Weise den Wärmegrad des Geschosses bestimmt, man auf 800—900° C gelangt. Allein es fällt der schwerwiegende Umstand ins Gewicht, dass nicht die gesammte Geschosskraft in Wärme umgesetzt wird, und dass die erzeugte Wärme sich nicht nur dem Geschoss, sondern auch dem Widerstand leistenden Gegenstand mittheilt. Je länger nun der Weg ist, den ein Geschoss in einem Widerstand zurücklegt, um so grösser wird die Fläche, auf welche die insgesammt entstandene Wärme sich vertheilt. Wie hoch hiernach in jedem einzelnen Falle die Temperatur des Geschosses ist, lässt sich nicht theoretisch berechnen, sondern nur versuchsweise ermitteln.

Die schönen, nach dieser Richtung hin angestellten Versuche von v. Beck, Reger, Kikuzi u. A. dürfen als bekannt vorausgesetzt werden.

Bei dem hohen Interesse, welches der Frage nach der Temperatur eines den menschlichen Körper durchdringenden Geschosses beizumessen ist, und welches in neuerer Zeit wegen etwaiger Abtödtung der dem Geschoss anhaftenden Keime besonders rege geworden ist, haben auch wir entsprechende Versuche angestellt. Bei dem Bestreben, den Geschossen eine solche Beschaffenheit zu geben, dass man möglichst an ihnen selbst die erlangte Temperatur bestimmen könnte, kamen wir nach dem Vorschlage von Dr. Kurlbaum dazu, die Mantelgeschosse an Stelle des Bleikerns mit Metalllegirungen zu versehen, welche verschiedene Schmelzpunkte besitzen. Es ist bekannt, dass bereits Kocher Kugeln aus Rose'schem Metall herstellte, bei denen er den Gewichtsverlust nach dem Schuss bestimmte. Wir stellten sechs verschiedene Legirungen her, mit denen die Stahlmäntel gefüllt wurden, welche verschiedene Schmelzpunkte, und zwar von 65 bis 197° aufwiesen. Es musste bei diesen Geschossen darauf gerechnet werden, dass beim Durchschlagen fester Ziele eine Erwärmung des Stahlmantels eintreten würde, und dass diese Erwärmung sich

je nach ihrer Höhe und je nach dem Schmelzpunkte des Legirungskerns an diesem deutlich kenntlich machen müsste, und man konnte darauf rechnen, dass, falls der Geschosskern nicht schmilzt, die zu seiner Schmelzung erforderliche Temperatur vom Geschossmantel nicht mehr erreicht wurde.

Es würde zu weit führen, die einzelnen Versuchsreihen gesondert und genau an dieser Stelle zu beschreiben, es genüge daher der Hinweis, dass mit allen Geschossen dieser Art auf feste Holzwiderstände, Thierpräparate, anatomische Präparate, unter Wasser u. s. w. aus verschiedenen Entfernungen geschossen ist, und es möge eine kurze Angabe der Ergebnisse gestattet sein:

Bei Einzelschüssen, welche in gewissen Zeiträumen abgegeben werden, erreicht das Geschoss trotz der Reibung am Lauf und trotz der Pulvergase nur eine Temperatur, welche unter 65 bis 70 ° liegt. Durch schnelle Aufeinanderfolge der Abgabe von Schüssen aus einem Gewehr steigt die Erwärmung der Geschosse: dieselbe kann bei 100 Schüssen in 2½ Minuten so hoch werden, dass der Bleikern der Mantelgeschosse zum Schmelzen kommt (334 °). Bei Schüssen auf hartes Tannenholz erhält das Stahlmantelgeschoss,

wenn es aus 50 m Entfernung kommt, eine Temperaturerhöhung von etwa 137—156 °,

wenn es aus 200 m Entfernung kommt, eine Temperaturerhöhung von 137 °,

wenn es aus 400 m Entfernung kommt, eine Temperaturerhöhung von 124—136 °,

wenn es aus 600 m Entfernung kommt, eine Temperaturerhöhung von 92—123 °,

wenn es aus 800 m Entfernung kommt, eine Temperaturerhöhung unter 67 °.

Beim Durchschlagen menschlicher oder thierischer Körpertheile wird das Geschoss nur ausnahmsweise eine Temperatur erreichen, welche 95 ° übersteigt. Nur in einem Falle fanden wir Spuren des geschmolzenen Kerns, der aus Roseschem Metall bestand, innerhalb des Schusskanals und zwar bei einem Schuss aus naher Distanz durch einen harten Pferdeknochen. In der Regel wird die Geschosswärme nur je nach der Arbeitsleistung, also je nach der lebendigen Kraft des Geschosses und der Grösse der zu bewältigenden Widerstände, zwischen 65 und 95 ° schwanken und zum Theil noch unter 65 ° liegen.

Eine Verbrennung der Gewebe des menschlichen Körpers im Schusskanal durch das durchschlagende Mantelgeschoss wird im Allgemeinen auszuschliessen sein, einmal wegen der zur Erzeugung der Verbrennung nicht ausreichenden Temperatur und sodann wegen der Schnelligkeit, mit der meistens das Geschoss den Körpertheil durcheilt. Denn zur Erzeugung einer Verbrennung ist immerhin eine gewisse Zeit nothwendig, in der der erwärmte Körper auf die Gewebe einwirkt. Da aber, wie die Versuche mit dem Tannenholz ergeben haben, doch die Erwärmung eines Geschosses beim Durchdringen von Widerständen bis auf ungefähr 150 ° C zu steigen vermag, so kann sich auch ausnahmsweise der mehr hypothetische Fall einmal ereignen, dass ein auf diese Weise erhitztes Geschoss ganz unmittelbar nach dem Ueberwinden eines solchen Widerstandes, bei dem es die genannte Temperatur erlangt hat, einen menschlichen Körpertheil trifft und nun, da es beim Durchschlagen erheblich an Kraft verloren hat, auf der Haut oder in der erzeugten Wunde so lange liegen bleibt, dass eine, wenn auch gewiss ganz geringe Verbrennung zu Stande kommt.

Im Allgemeinen kühlt sich ein beim Durchschlagen erhitztes Geschoss sehr bald wieder ab, weil nur die äusseren Theile die hohe Temperatur erreicht haben. Unmittelbar, nachdem ein Mantelgeschoss 20 und mehr Bretterwände durchschlagen hat, kann man es, ohne eine Verbrennung befürchten zu müssen, in die Hand nehmen.

b. Ueber die Schussverletzungen.

Wenn wir uns jetzt einer kurzen Beschreibung der von den modernen Handfeuerwaffen erzeugten Schusswunden und der Besprechung der kriegschirurgischen Bedeutung derselben zuwenden, welche auf Grund von weit mehr als 900 eigenen Beobachtungen aufgebaut sind, so möchten wir uns zunächst darauf aufmerksam zu machen gestatten, dass es uns nicht mehr gerechtfertigt erscheint, bestimmte Zonen in der Geschosswirkung noch bestehen zu lassen. Es erscheint nicht angängig, noch in Zukunft streng abgegrenzte Zonen nach der Entfernung, eine Zone der Explosivwirkung, der lebendig wirkenden, der abnehmenden Kraft des Geschosses zu unterscheiden. Denn es bestehen keine Sprünge in der Kraft des Geschosses; seine Wirkung ist eine mit der Entfernung ganz gleichmässig, stetig, aber ganz allmählich sich ver-

ringernde, und es lässt sich bei der Betrachtung der Schussverletzungen der verschiedenen Organe, Weichtheile, Knochen u. s. w. deutlich erkennen, wie eine nach bestimmten Richtungen hin wahrnehmbare, ganz allmählich eintretende Abnahme der Geschosswirkung sich offenbart. Ausserdem darf man sich der Erkenntniss nicht verschliessen, dass die einzelnen Organe je nach ihrem anatomischen Bau und ihrer Beschaffenheit dem Geschosse ganz verschiedene Widerstände entgegensetzen, und daher das eine Organ in einer bestimmten Entfernung eine bedeutende Zerstörung erfährt, während das andere in derselben Entfernung glatt durchschlagen wird. Von einer gleichmässigen oder entsprechenden Zerstörung und Verletzung aller Organe in einer der früher angenommenen „Zonen“ kann somit keine Rede sein. Ueberhaupt spielt der Bau der einzelnen Organe eine wesentliche Rolle, und man darf bei der Beurtheilung der Schussverletzungen nie vergessen, wie verschieden nach Feuchtigkeitsgehalt, nach Festigkeit, nach Dicke u. s. w. selbst die gleichen Organe bei verschiedenen Individuen sind. Die individuelle Verschiedenheit der einzelnen Organe, die sich selbst bei Individuen gleicher Art, gleichen Alters und gleichen Geschlechts kenntlich macht, ist ein wesentlicher in Berechnung zu ziehender Faktor bei der Würdigung der Geschosswirkungen. Es würde darum auch niemals gerechtfertigt erscheinen, allein aus der Entfernung, aus der ein Schuss abgegeben ist, aus der „Zone“, auf die Grösse und Art der entstandenen Schussverletzung Schlüsse zu ziehen.

Was die **Hauteinschuss-Oeffnungen** anbetrifft, so sind dieselben bei Nahschüssen grösser als bei Fernschüssen. Sie nehmen, wenn man die Einschüsse in jeder Distanz vergleicht und das Mittel zieht, verhältnissmässig ganz gleichmässig ab, von 7,6 mm bei 100 m auf 5,7 mm bei 2000 m Entfernung. Doch kommen in jeder Entfernung erhebliche Schwankungen um das Mittelmaass vor, so dass eine bestimmte Grösse einen Rückschluss auf die Entfernung zu machen nicht gestattet. Die Hauteinschuss-Oeffnung ist meist rund und glattrandig (in 40%), wenn das Geschoss senkrecht auftrifft, bei sehr lockeren, gefalteten Hautstellen sternförmig gezackt und dann meist besonders klein, umgekehrt aber grösser als das Durchschnittsmaass, wenn die Haut straff und dicht über dem Knochen liegt. Bei schrägem und schiefen Auftreffen des Geschosses war die Einschussöffnung oval oder eckig, oft mit gezackten Rändern. Noch grösser wird dieselbe bei einem quer einschlagenden Geschoss. Bei Nahschüssen auf einige Schädel und

einen ödematösen Unterschenkel fanden sich am Einschuss grosse Hautzerreissungen, sekundär durch die vom Geschoss auf den wässerigen Inhalt der Theile ausgeübte Pressung entstanden; auch bei Selbstmördern ist infolge der unmittelbaren Einwirkung der Pulvergase die Einschussöffnung oft unverhältnissmässig gross. — Eine schwarze Randfärbung der Einschussöffnung, bedingt durch Abstreifen von Pulverschleim u. s. w., wurde selten beobachtet, fast regelmässig dagegen bis 2000 m ein trockener, bräunlicher, 1 bis 2 mm breiter Saum, der sich nicht sofort nach dem Beschuss, sondern erst auf dem Secirtisch fand, und der durch Eintrocknen einer Randzone des Coriums entsteht, welches durch das auftreffende Geschoss seiner Epidermislagen beraubt war.

Die **Hautausschuss-Oeffnung** ist grösser als die Einschussöffnung, in ihrer Form noch vielgestaltiger als diese. Bei Weichtheilschüssen schwankt ihre Grösse zwischen 3 und 25 mm im Durchschnitt und nimmt ebenfalls, wenn man den Durchschnitt aller Fälle vergleicht, mit zunehmender Entfernung ab, von 9,5 mm bei 100 m auf 5,7 mm bei 2000 m Distanz. Die Grössenunterschiede innerhalb jeder einzelnen Distanz sind noch grösser als bei der Einschussöffnung. Ihre Form ist bei senkrechtem Auftreffen des Geschosses rund (in 21,2%), mit leicht zerfaserten Rändern oder sternförmig; bei straff gespannter Haut ist sie grösser als bei loser. Bei schrägem und querem Auftreffen wird sie oval, unregelmässig gezackt und eckig oder schlitzförmig.

Bei Knochenschüssen zeigen die Hautausschuss-Oeffnungen ein verschiedenes Verhalten: ist eine Knochenepiphyse oder ein glatter Knochen, der nicht direkt unter der Haut liegt, durchschlagen, so zeigen sie im Allgemeinen dieselben Eigenschaften wie bei Weichtheilschüssen, nur sind sie durchschnittlich etwas grösser als diese, wobei runde Ausschüsse sehr selten sind; ebenso verhalten sich die Hautausschüsse bei Schüssen durch das kompakte Mittelstück der grossen Röhrenknochen in weiter Entfernung. Bei geringerer Distanz dagegen finden sich im letzteren Fall grosse rissförmige Hautausschuss-Oeffnungen von 8, ja 14 cm Länge, aus denen Muskel- und Sehnenfetzen mit eingesprengten Knochensplittern heraushängen. Dieselben sind für die Schüsse aus nächster Nähe die Regel, von 50 m Entfernung werden sie zwar seltener, kommen jedoch noch bis 600 m und weiter vor. Sie entstehen durch die fortgeschleuderten Knochensplitter und beweisen stets, dass das kompakte Mittelstück eines grösseren Röhrenknochens getroffen ist. — Von frem-

den Bestandtheilen fanden sich in der Hautausschuss-Oeffnung oft Knochensplitter und Knochensand, meist nur bis 600 m, ferner je einmal Fetzen von Leber- und Milzgewebe sowie Mageninhalt.

Derselbe eingetrocknete bräunliche Saum wie um die Einschussöffnung wurde auch hier mitunter beobachtet.

Die gerade Verbindungslinie zwischen Ein- und Ausschussöffnung ergiebt den Verlauf des Schusskanals; nur in vier Fällen von weiter Entfernung, in welcher das Geschoss an der kompakten Zone eines Oberschenkelknochens deformirt und abgelenkt wurde, bildeten Ein- und Ausschussstrecke einen Winkel von ca. 120—100 ° miteinander. — Ringel- und Konturschüsse kamen bei den Schiessversuchen nicht zur Beobachtung.

Von den **Weichtheilverletzungen** sind die Kanäle in der Muskulatur im Allgemeinen glattwandig, cylindrisch, in den nahen Entfernungen von der Weite des Geschosskalibers oder etwas grösser, in den weiteren etwas kleiner, bis 4 mm Durchmesser. Bei sehr langen Schusskanälen findet sich mitunter eine allmähliche, trichterförmige Erweiterung zum Ausschuss. Nicht selten beobachtet man jedoch eine plötzliche Erweiterung, wenn das Geschoss eine derbe Sehne durchschlagen, einen Knochen gestreift hat, in Gestalt einer kleinen Zertrümmerungshöhle, von welcher ab auch die Ausschussstrecke dann erweitert ist, bedingt durch Abweichen der Geschosslängsachse aus der Flugbahn. Querschläger erzeugen ausgedehntere Zerreissung. Die Sehnen werden vom Geschoss schlitzförmig durchschlagen, von Querschlägern zerrissen, die Fascien in glatten Durchschüssen vom Querschnitt des Geschosses durchbohrt. Kleiderfetzen wurden im Schusskanal bei zwei Unglücksfällen gefunden; bei den Schiessversuchen auf Leichen bis auf 600 m ebensolche nur in zwei Fällen; von 700 m ab dagegen, nachdem die Präparate mit leicht nachweisbarer schwarzer Leinwand umhüllt wurden, in 12 % aller Schüsse.

Von den **Blutgefässen** waren die kleineren vom Geschoss meist völlig zerrissen; von den grösseren wiesen diejenigen, welche dicht hinter dem Ausschuss aus der Diaphyse eines Röhrenknochens verliefen, öfters grosse Zerstörungen durch ausgesprengte Knochensplitter auf. Vom Geschoss selbst sind die grossen Gefässe nur selten getroffen, und zwar dann die Arterien häufiger als die Venen, doch wurde ein Anhaltspunkt für die Annahme des Ausweichens des Gefässes vor dem andringenden Geschoss niemals gefunden. Wenn das Geschoss das Gefäss nur gestreift hat, so finden sich oft neben einem kaum nachweisbaren Defekt in der Adventitia

Querrisse, ja völlige Zerreissungen der Innenwand. Im Uebrigen sind sowohl loch- und rissförmige Defekte wie ausgedehnte Zerstörungen, die sich bei einem Nahschuss vom Bogen der Aorta bis zu ihrem Zwerchfelldurchtritt erstreckten, beobachtet. Völlige Kontinuitätstrennung findet sich nur bei Nahschüssen, von 200 m ab waren stets schmale Verbindungsbrücken zwischen den zerrissenen Enden erhalten, welche die Retraktion hinderten. Die Weichtheile der Umgebung sind bis 1000 m Entfernung mit Blut durchtränkt und oberflächlich zerrissen, bei naher Entfernung selbst völlig zermalmt und in eine blutgefüllte Zertrümmerungshöhle verwandelt. Von Distanz zu Distanz nimmt die Zerstörung der Gefässwand und der benachbarten Weichtheile ab, von 1000 m ab fehlt letztere völlig.

Das **Herz** weist einfache Lochschüsse auf, wenn es leer in der Systole getroffen wird, bei gefüllten Kammern dagegen ausgedehnte Zerreissungen der Muskelwände, welche am Ausschuss grösser sind als am Einschuss. Durch das herausgepresste Blut können die anliegenden Lungentheile in grosser Ausdehnung oberflächlich zertrümmert werden. Die grossen Zerstörungen nehmen mit zunehmender Entfernung ab, so dass in grosser Weite selbst am schlagenden Herzen Lochschüsse vorkommen können.

Von Schussverletzungen der **Lungen** liegen 51 Beobachtungen vor, davon 22 an lebenden Menschen, 13 an lebenden oder eben getödteten Thieren, 16 an menschlichen Leichen. Dieselben zeigen einen sehr günstigen Charakter, so dass von den Verletzungen an Lebenden 8, oder, wenn man die 14 Selbstmorde abzieht, nur 1 = 12,5 % tödtlich endeten. Von den Symptomen wurden am Lebenden Pneumothorax fast immer, Bluthusten in 57 % der Fälle, Hautemphysem in zwei Fällen beobachtet, beim todten Körper vollständiger Pneumothorax nur zweimal (infolge tuberkulöser Verwachsungen), dagegen einmal ein Hautemphysem am Ausschuss bei einer Leiche, deren Lungen stark mit Luft aufgeblasen und dann abgebunden waren. Der Schusskanal in der Lunge ist in allen Distanzen gleichmässig cylindrisch, eng, die Wandung glatt, ihre Umgebung bis in 2 cm Ausdehnung blutdurchtränkt. Der Lungeneinschuss ist meist kleiner als das Kanallumen, der Ausschuss grösser. Erheblichere Zerstörungen kommen nur bei Querschlägern, ferner wenn Knochensplitter in die Lunge eingesprengt, wenn ein gefülltes grösseres Gefäss oder ein grosser Bronchus zertrümmert wurden, endlich bei den Schüssen der Selbst-

mörder aus nächster Nähe durch unmittelbare Einwirkung der Pulvergase vor.

Schüsse durch die Bauchhöhle wurden aus allen Entfernungen bis 2000 m bei lebenden Menschen, lebenden Thieren und menschlichen Leichen beobachtet, von denen die Leber 24, der Magen 19, der Darm 29, die Blase 1, die Nieren 3, die Milz 5 mal verletzt wurden.

Die **Leber** zeigt die grössten Zerstörungen: bei den Nahschüssen der Selbstmörder ist sie in grosser Ausdehnung völlig zertrümmert, ihre Fetzen sind in der Bauchhöhle versprengt. Erst mit zunehmender Entfernung lässt sich der Schusskanal mit seiner Zertrümmerungszone abgrenzen. Der Einschuss bleibt gross, sternförmig gezackt, mit tiefen radiären Einrissen, welche bei 800 m Entfernung noch bis 70 mm lang sind. Der Schusskanal erweitert sich trichterförmig zu dem noch grösseren, gezackten Ausschuss; die Wandung ist zerfetzt, mit tiefen seitlichen Einrissen. Erst von 1200 m ab wird der Kanal enger, der Trichter undeutlicher, doch bleibt noch bei 2000 m die Wandung zerrissen und zerfetzt.

Die viel selteneren **Milz**schüsse zeigen ähnliche Eigenschaften. Das Organ wird in grosser Ausdehnung zertrümmert; die Wirkung ist bei Randschüssen geringer, bei Querschlägern stärker und nimmt mit der Entfernung allmählich ab.

Ebenso bei den **Nieren**, bei denen noch in 600 m Distanz ein 25 : 35 mm weiter, zum Ausschuss sich vergrössernder Schusskanal mit langen radiären Einrissen in der Umgebung beobachtet wurde. Auch bei einem mit einem kleinen Defekt verbundenen Randschuss fanden sich letztere.

Magen, Darm und Blase wurden von 49 Schüssen durchbohrt, und zwar in 160 Schusslöchern. Ein Geschoss hat die Bauchhöhle anscheinend zwischen intakten Darmschlingen durchquert; durchschnittlich aber hat jedes Geschoss 3, in maximo 8 Schusslöcher gesetzt. Bei Streifschüssen, besonders am Mesenterialansatz, entsteht ein kleiner, glatter Defekt, theils mit, theils ohne Eröffnung des Darmlumens; auf der gegenüberliegenden freien Rundung dagegen wurde die Wand in 11 cm Länge aufgerissen. Im Uebrigen sind die Schusslöcher bald rund, bald oval, eckig und zerrissen oder schlitzförmig. Ihre Grösse ist sehr verschieden, zwischen 3 und 110 mm schwankend und auch in derselben Distanz sehr wechselnd. Im Allgemeinen scheint die Grösse der Zerstörung von der Entfernung, aus welcher das Geschoss kam, kaum abhängig zu sein; der Ausschuss ist meist grösser als der Einschuss.

beide bei gefülltem Darm grösser als bei leerem, und erst bei 1200 m Entfernung verschwindet dieser Unterschied. Am Einschuss ist der Defekt bei Darmverletzungen in der Serosa meist grösser als in der Schleimhaut, diese aber meist stark zerrissen, mit abgehobenen Rändern; ähnlich, nur nicht so regelmässig, am Ausschuss. In der strafferen Schleimhaut des Magens ist aber umgekehrt am Ein- und Ausschuss das Schleimhautloch grösser als das in der Serosa. In 20 % aller Fälle fand sich ausgetretener Darminhalt in der Bauchhöhle, meist dicht neben den Schusslöchern. Sämmtliche penetrirenden Bauchschusswunden bei Lebenden endeten tödtlich.

Was die Schussverletzungen an vollen **Schädeln** anbetrifft, so zeigt Taf. II, Fig. 1 des Atlas das Bild einer solchen, die durch ein 5 mm-Geschoss aus 50 m Entfernung erzeugt wurde. Haut und Knochen des Schädeldaches sind in zahlreiche Stücke und Fetzen zerschmettert, die in weitem Umfang umhergeschleudert wurden. Die Basis ist zersprengt, das Gehirn verspritzt.

Im Allgemeinen ergiebt das 8 mm-Geschoss bis auf 50 m ähnliche, wenn auch nicht ganz gleiche Wirkung. Denn meist hält der Schädel noch äusserlich zusammen, es finden sich Hautdefekte nur am Ein- und Ausschuss, und Knochen-Ein- und Ausschuss sind als solche noch festzustellen, im Uebrigen aber ist das ganze Schädeldach durch unregelmässige Bruchlinien zersprengt. Setzt man solch einen zersprengten Schädel künstlich zusammen, so kann man deutlich den Knochenausschuss erkennen.

Das Geschoss durchschlägt also früher beim Austreten die Wand des Schädels, als die Sprengwirkung des Gehirns zur vollen Entfaltung kommt. (Folgt Demonstration.)

Mit zunehmender Entfernung zeigt sich nun ein ganz gleichmässiges, langsames Abnehmen der Zerstörungen. Bei 100 m ist zwar noch das ganze Schädeldach zertrümmert, doch lassen sich die Sprunglinien deutlich in zwei verschiedene Systeme trennen, von denen das eine vom Ein-, das andere vom Ausschuss ausgeht, theils radiär von diesen verlaufend, theils circulär sie theilweise umkreisend. Konstant ist ein Ein- und Ausschuss verbindender klaffender Sprung; auch die Basis ist von Splitterungslinien durchquert. Die Splitter haften in ihrer Mitte am Periost; die Haut-Ausschussöffnung ist nicht über 2—3 cm gross, mit herausquellenden Gehirnfetzen.

In grösseren Entfernungen grenzen sich die beiden Splitterungsbezirke immer mehr von einander ab, dann verschwinden zuerst

die circulären, schliesslich auch die radiären Fissuren, so dass bis 1600 m zum Theil nur noch die Ein- und Ausschuss verbindende Bruchlinie bleibt, und endlich entstehen reine Lochschüsse durch volle Schädel, ganz ähnlich denjenigen in leeren. Der erste Lochschuss wurde bei 1600 m Entfernung beobachtet, ein Unglücksfall am Lebenden zeigte dasselbe Bild. Häufiger aber werden dieselben erst bei 2000 m. — Das Steckenbleiben eines Geschosses in der Schädelhöhle eines Lebenden bei einem Unglücksfall in 2700 m Entfernung zeigt schliesslich das letzte Glied in der Kette abnehmender Geschosswirkung an. — Wenn besonders harte Knochenvorsprünge und Kanten getroffen werden, so entsteht bei allen Distanzen Splitterung, dieselbe beschränkt sich aber von 1600 m ab auf die unmittelbar getroffenen Theile.

Enthirnte Schädel geben in allen Entfernungen nur Lochschüsse, enthirnte und dann mit Wasser oder Stärkekleister gefüllte Schädel dagegen zeigen genau dieselben Zerstörungen wie Vollschädel. Ein mit abgebrochener Ladung beschossener Vollschädel weist — ganz abweichend von den Befunden mit voller Ladung — schon bei 700 m einen reinen Lochschuss auf.

Die Verletzungen der dura mater entsprechen im Allgemeinen der Ausdehnung der Knochenzerstörung. In naher Distanz zeigen sie grosse Risse am Ein- und Ausschuss sowie längs des beide verbindenden Hauptsprunges; in weiterer finden sich an beiden Durchschussstellen Defekte, welche entweder gleich gross oder bei mittleren Entfernungen am Ein-, bei grossen am Ausschuss umfangreicher sind.

Das Gehirn ist bei den Nahschüssen in ausgedehntem Maasse zertrümmert, und selbst beim Fehlen tieferer Zerstörung finden sich zahlreiche Blutergüsse in den Hirnhöhlen und -Häuten. In weiteren Entfernungen ist der Schusskanal im Gehirn im Ganzen cylindrisch, stets enger als das Geschosskaliber, mit oberflächlich zerstörten und eingerissenen Wandungen. In seinen Anfangstheil sind bis zu 4 cm Tiefe öfters Knochensplitterchen eingesprengt, und infolge deren erscheint die Zerstörung am Einschuss meist erheblicher als am Ausschuss, der Durchmesser des Schusskanals im Beginn seines Verlaufes meist erweitert.

Besonderes Interesse erfordern die Schussverletzungen der **Knochen** des menschlichen Skeletts; im Ganzen haben von 973 Treffern 366 = 37% Knochen getroffen, und zwar 15% die kompakte Zone der Röhrenknochen. — Die zur Beobachtung gekommenen Zerstörungen sind ausserordentlich mannigfaltig, lassen

aber, wenn man die grosse Verschiedenheit des Widerstandes in Betracht zieht, welche zwischen den Knochen verschiedener Individuen, zwischen den spongiösen und kompakten Knochen derselben Leiche, zwischen den verschiedenen Röhrenknochen untereinander, sowie zwischen verschiedenen Theilen desselben Knochens (Stützleisten, Linea aspera) besteht, deutlich eine von Distanz zu Distanz abnehmende Geschosswirkung erkennen.

Bei **100 m** Entfernung wird das kompakte Mittelstück der grossen Röhrenknochen stets in grosser Ausdehnung, beim Femur z. B. in 7 bis 13, beim Humerus in 6 bis 15 cm Länge völlig zertrümmert; die Splitter sind meist klein, und am Einschuss noch an den Weichtheilen befestigt, am Ausschuss losgelöst und zusammen mit Knochensand tief in die angrenzende Muskulatur eingesprengt, in der hierdurch eine grosse Zertrümmerungshöhle entsteht, welche meist direkt in eine grosse Hautausschussöffnung mit heraushängenden Muskel- und Sehnenfetzen und eingesprengten Knochenstückchen übergeht.

Die Schusswirkung auf alle trockenen sowie auf frische, von Weichtheilen entblösste Knochen war hinsichtlich der Zersplitterung dieselbe. — Auch die mittleren und kleinen Röhrenknochen werden zersplittert, die Weichtheile am Knochenausschuss zertrümmert.

Die spongiösen Knochen und die spongiösen Zonen der grossen Röhrenknochen zeigen Zerschmetterung und Zersplitterung, doch bleiben die Bruchlinien oft vom Periost überzogen, am Ausschuss findet man eine geringe Zerreissung der Weichtheile mit Einsprengung von Knochentheilchen.

In **200 m** Entfernung sind die Knochenzerstörungen ziemlich dieselben; die Zertrümmerungshöhle hinter dem Ausschuss kompakter Röhrenknochen erreicht die Hautausschussöffnung, welche aber trotz ausgedehnter Splitterung der kompakten Zonen meist nur die Grösse von 2 bis 3 cm erreicht. Die mit abgebrochener Ladung für diese Entfernung abgegebenen Kontrolschüsse zeigten dieselben Eigenschaften, die für **400 m** dagegen eine erheblich geringere Knochenzerstörung.

In **600 m** Entfernung kommen an den spongiösen Enden der Röhrenknochen bereits vereinzelte Lochschüsse mit radiären Fissuren um den Ein-, geringer Randsplitterung um den Ausschuss vor; auch sind die Bruchlinien öfters fest vom Periost zusammengehalten. Die Zerstörung des kompakten Mittelstückes der Röhrenknochen bleibt jedoch etwa die gleiche, die Zertrümmerungshöhle dahinter aber wird beschränkter. Dieselbe erreicht von **700 m** ab nicht

mehr in allen Fällen die Hautausschussöffnung. Die mit einer für 700 m reduzirten Pulverladung abgegebenen Schüsse zeigten wiederum auffallend geringe Knochenzerstörungen.

Mit **800 m** werden Lochschüsse durch die glatten Knochen und die spongiösen Enden der Röhrenknochen viel häufiger; die Gelenkschüsse zeigen Zerstörungen sehr geringen Grades.

In **1000 m** Entfernung ist die Splitterungszone der durchschlagenen kompakten Röhrenknochen noch immer etwa dieselbe, beim Femur von 11 bis 15, beim Humerus von 6 bis 18 cm Länge; dagegen sind die Splitter durchschnittlich weniger zahlreich, aber grösser als bisher (bis 12 cm lang) und bleiben vom Periost überzogen. Die spongiösen Knochen weisen in der Regel Lochschüsse auf mit Randsplitterung am Ausschuss und feineren radiären Fissuren am Einschuss. **1200 m** ist die letzte Distanz, bei welcher regelmässig Knochentheile in die hinter dem Knochenausschuss liegenden Weichtheile eingesprengt sind; diese Zerstörung reicht je nach der Stärke der Knochen 6 bis 2 cm weit; am Einschuss dagegen besteht ein dem Geschosseinschlag entsprechender Defekt, in dessen Umgebung die Splitterungslinien zwar noch vorhanden, aber vom Periost überbrückt sind. Mit **1600 m** beginnt die Geschosskraft und damit auch die Schusswirkung auf die Knochen abzunehmen. Die kompakte Zone der Röhrenknochen ist noch immer in derselben Ausdehnung gesplittert wie bisher, auch kommen noch Einsprengungen von Knochensplittern in die Weichtheile vor. In einzelnen Fällen aber bleiben die Knochensplitter an ihrer Stelle liegen, ohne die Weichtheile zu zerstören, an denen dann nur die Wirkung des dieselben als Quersehläger durchfliegenden Geschosses zu sehen ist. Aber selbst in **2000 m** wird diese Abnahme noch nicht zur Regel, da sowohl am Oberarm wie Oberschenkelknochen noch Zersprengung von Knochensplittern in die Weichtheile vorkommt. Ein in 2000 m an einer Oberschenkel-Diaphyse beobachteter Lochschuss ist bedeutungslos, da der Knochen durch vorgeschrittene Fäulniss erweicht war.

Im Allgemeinen ist danach die Zersplitterungszone der kompakten Röhrenknochen in allen Entfernungen fast gleich gross, die Splitter dagegen bei Nachschüssen zahlreicher, kleiner und mehr vom Periost entblösst, bei grosser Entfernung spärlicher, grösser und meist fest vom Periost überzogen. Die Zertrümmerungshöhle in den Weichtheilen hinter dem Knochenausschuss ist bei Nahschüssen am grössten, erreicht von 700 m ab nicht mehr die Haut-

ausschussöffnung und beginnt bei 1600 m aufzuhören. Die spongiösen Knochen und spongiösen Enden der grossen Röhrenknochen werden in nahen Entfernungen völlig zersplittert, in 600 m beginnen Lochschüsse, welche von 1000 m an die Regel werden.

Die lebendige Kraft des Geschosses, der „Stoss“, und die Widerstandsfähigkeit, der „Gegenstoss“, des getroffenen Körpers sind im Wesentlichen entscheidend für die Art und Grösse der Schussverletzung. Beim Geschoss kommt als Faktor noch die etwaige Deformation des Geschosses und die gestörte Rotation bei der Abweichung von der normalen Schusslinie in Betracht, beim beschossenen Objekt spielen der anatomische Bau, die Festigkeit, die Feuchtigkeit und die bei ihr etwa bedingte hydraulische Pressung, die Struktur des Gewebes, zumal an der Treffstelle, die entscheidende Rolle. Besonders wichtig ist es, dass die Zerstörungen der Röhrenknochen entsprechend der Anordnung des Knochenaufbaues erfolgen, und dass dieselben in den einzelnen Entfernungen da am grössten sind, wo die den Knochenaufbau stützenden Stellen, z. B. die Linea aspera femoris, die Tibiakante, getroffen wurden.

Wenn wir somit im Kriege die durch die modernen Handfeuerwaffen erzeugten Schusswunden zu beschreiben versucht haben, so sind wir des Mangels an Vollständigkeit uns bewusst und glauben nicht, Erschöpfendes gegeben zu haben. Es darf vielmehr des Weiteren auf die in absehbarer Zeit erscheinende, bereits im Druck befindliche ausführliche Publikation der Medizinal-Abtheilung des Königlich Preussischen Kriegsministeriums verwiesen werden, in der auch Mittheilungen über physikalische Untersuchungen über den hydraulischen Druck erfolgen werden. Aber es ist auch so vielleicht gelungen, ein Bild der Verletzungen zu geben, die von den Mantelgeschossen kleinkalibriger Gewehre erzeugt werden, und somit die Wunden vorzuführen, die in künftigen Kriegen dem Militärarzt sich darbieten werden. Mag es auch sein, dass die Treffgenauigkeit der Gewehre in Zukunft mehr Todte fordert wie früher, dass bei der weiteren Entfernung, in der der Kampf beginnt und sich abspielt, die Zahl der Verwundeten nicht steigt und dass die bei Weichtheilwunden und auch sonst vorkommenden kleinen Aus- und Einschüsse die ärztliche Thätigkeit erleichtern, weniger verantwortungsvoll wird darum die Aufgabe der Kriegschirurgen nicht werden.

Ganz wenige Beispiele vermögen dies zu beweisen. Schon allein der Blick auf die Zerstörung, welche die kompakten Theile

der Röhrenknochen durch die modernen Geschosse bei allen Entfernungen erleiden, weist auf die schwere und bedeutungsvolle Thätigkeit des Arztes auf dem Schlachtfelde, da er der Erkenntniss sich nicht verschliessen darf, dass die kleinen Aussehussöffnungen zur Grösse der Knochenzerstörung im direkten Gegensatz stehen können, und da er bei grossen Ausschussöffnungen mit komplizirten Schussbrüchen sich zu entscheiden hat, ob er noch erhaltend behandeln darf oder zur verstümmelnden Operation zu schreiten hat. Wohl wird auch dann das Vertrauen zu seiner Kunst ihn nur da zum Amputationsmesser greifen lassen, wo er von der völligen Unmöglichkeit, das verletzte Glied zu erhalten, durchdrungen ist, zumal bei der Zertrümmerung der grossen Gefäss- und Nervenstämme, die er vielleicht nur durch die Richtung und den Verlauf des Schusskanals richtig zu diagnostiziren vermag, aber er wird sich der Schwierigkeit seiner Lage immer und voll bewusst sein müssen. Und wie gross wird seine Verantwortung sein bei Darmschüssen, wo die Erfahrung ihn lehrt, dass ohne baldigen operativen Eingriff der Tod meist unabwendbar ist, und wo er weiss, dass dieser Eingriff, wenn er nicht unter allen Vorsichtsmaassregeln moderner Aseptik vollzogen wird, nicht minder verhängnissvoll wird. Wie aber wird er diesen Aufgaben auf dem Schlachtfelde, auf dem Verbandplatz gerecht werden können?

Nichtsdestoweniger leben wir der Ueberzeugung, so sehr wir auch bedauern, dass die früher verbreitete Ansicht von dem humanen neuen Geschoss unwiederbringlich verloren sein muss, dass die Kriegschirurgie ihre schweren Aufgaben, falls, was ein günstiges Geschick verhindere, ihre Dienste gefordert werden, wohl erfüllen wird. Denn zu keiner Zeit hat die Wundbehandlung so glänzende Erfolge zu zeitigen verstanden wie heute, und niemals war die Kriegschirurgie so vorbereitet auf die ihr zufallenden Aufgaben wie in unseren Tagen!

Wenn die heutigen Verhandlungen dieser Sektionen des XI. internationalen medizinischen Kongresses mit dazu beitragen, diese Vorbereitungen zu fördern und zu vervollkommnen, so haben sie ihren Zweck erfüllt, und der Segen zum Heil der Verwundeten wird nicht ausbleiben!